

ネパールの土砂災害防止における Eco-DRR の長期的効果と社会経済への影響

○柿沼隼人¹⁾・鄒青穎²⁾・川上礼央奈³⁾・檜垣大助⁴⁾・Chandra Sekar GAUTUM⁵⁾弘前大学大学院農学生命科学研究科¹⁾, 弘前大学²⁾, 岩手大学大学院連合農学研究科³⁾, 日本工営株式会社⁴⁾,
元：ネパール水資源省治水砂防局⁵⁾

1. 背景と目的

Eco-DRR (Ecosystem-based Disaster Risk Reduction) は、従来のコンクリートなどを用いたハード対策とは異なり、森林等の自然の回復力を活かして災害リスクを低減する手法であり、低コストで持続可能な防災・減災策として注目されている(環境省, 2017)。特に、開発途上国では、財政的・技術的な制約があるため、環境保全と防災を両立できる手法として広く関心を集めている(JICA, 2017)。ネパールでは、土砂災害リスクを低減するため、1991-2007年にかけてJICAによる治水砂防技術協力が行われ(DWIDP, 2009)、ガリー侵食対策などで、石や植生等の現地材料を活かした簡易な砂防工法が複数の試験施工地で導入された(檜垣, 2013)。しかし、これらの対策工がどの程度の持続性を持ち、土砂移動現象に対して効果を発揮するのか、また、住民の生活や資源保全、生計にどのような影響を与えているのかについては未だ明らかになっていない部分が多い。

本研究では、前述のJICAプロジェクトにより施工されてから20-30年が経過した試験施工地を再調査することで、Eco-DRRを導入した地域における(1)対策工の持続性や施工効果の検証と(2)社会経済活動への影響を明らかにすることを目的とした。さらに、得られた研究結果を基に、条件の近い地域への展開可能な手法を提案することを試みた。なお、本要旨にはページ数の制限があるため、調査結果の一部のみを示す。

2. 調査地概要

アクセス状況を考慮し、カトマンズから15-65 km離れた3つの試験施工地を選定した。それぞれが、Pipaltar (ガリー・表面侵食対策工法の試験施工地)、Dahachowk (砂防の試験施工地)、Nallu Khola (土石流後の土砂流出対策の試験施工地)である。

3. 調査方法

JICA協力関係資料を活用し、対策工の詳細(設計図・写真など)を把握した。また、現地調査を実施し、これらの資料やドローンによる写真測量結果を用いて、侵食対策の効果、砂防施設の変状、植生の回復状況などを確認した。なお、Nallu Kholaは、2024年9月26日-28日の降雨により土石流・斜面崩壊が発生しており、災害時に対策工が果たした機能についても評価を行った。さらに、対策が住民に与えた影響を把握するため、Pipaltar調査地を中心に聞き取り調査・アンケート調査を行った。

4. 結果と考察

Pipaltarの調査地は、厚さ50 m以上の砂礫層、または砂層とラテライト化した洪水ローム層が堆積する河岸段丘斜面に位置している。JICAプロジェクトによる調査の結果、ラテライト層の乾燥収縮による亀裂形成と雨水浸透で、土塊の崩落を引き起こし、ガリー底に堆積した崩落土砂がさらに侵食されることでガリー侵食が進行することがわかった。このような侵食を抑制し、ガリーの拡大を防ぐために、1995年から1999年にかけて16基の蛇籠谷止工の設置と樹木や竹の植栽などが実施された。対策実施前後のガリー後退量変遷について、Higaki et al. (2021)によると、1994-1997年のガリー後退量は0.21-3.32 mであったが、1997-2003年には0.18-0.91 mとなり、対策実施による効果が確認された(図2)。同ガリー一床において、2024年11月の現



図1 Pipaltar ガリーRB4の植生回復状況
(a) 1995年5月の様子(DPTC, 1995)
(b) 2024年11月の様子

地調査では、蛇籠谷止工はいずれも満砂状態で植生が繁茂し、土砂流出の抑制が観察された。これは、谷止工による侵食防止により安定化し、ガリー底には植生定着が進んでいることを示している(図1)。しかし、これらの谷止工では、経年劣化や斜面崩壊、出水により鉄線の破断・腐食が確認された。

Nallu Khola では、1981年に発生した土石流災害後の土砂流出対策のために、7基の蛇籠砂防堰堤や流路工による対策が実施された(図3)。2024年9月にカトマンズ盆地と周辺を襲った豪雨(調査地から2km地点での総雨量518mm)から2ヶ月後の調査の結果、上流部の左岸では表層崩壊、下流部では土石流が確認された。崩壊は幅18m、斜面長67mの規模で発生したが、堰堤No.6とECによるBagmati流域管理プロジェクトによる山腹工の機能により、土砂は堆砂域に留まった。一方、土石流の発生源は2箇所(堰堤No.7の堆砂域と直下)で確認され、渓床堆積物が流水により侵食されて土石流になったことが確認された。堰堤の堆砂域で発生した土石流の発生源①は1m×0.5mで、土石流の先端は堰堤から2m手前で停止した。また、堰堤直下で発生した土石流の発生源②は4m×3mで、流出土砂が河床堆積物を巻き込みながら拡大し、比較的大規模な土石流となった。それにより下流部に設置された流路工は埋没や損壊が発生したものの、流路を限定する機能により、溪流沿いや出口付近の人家などへの被害は抑えられたと考えられる。

対策による社会経済への影響について、Pipaltarでは、過去に住民はガリー侵食防止のために植えられた植生(例えば竹)を利用して、柵やほうき、家畜の飼料等に使用していた。しかし、近年の経済発展により、現在は所有している土地の収穫物や購入品だけで生活が成り立つようになり、植生利用に頼らなくなっていることがわかった。

5. まとめ

本研究はEco-DRRの手法による対策工の持続性、施工効果および社会経済活動への影響について明らかにした。蛇籠谷止工と樹木や竹の植栽による対策が土砂の流出を防ぎ、侵食の抑制に寄与した。また、蛇籠砂防堰堤は土砂の流出を抑えながらも損壊せずに機能していた。一方で、下流の流路工は土砂によって埋没や損壊があったが、氾濫を防ぐ役割を果たした。しかし、経年変化による蛇籠の劣化などの課題も確認された。さらに、樹木や竹の植栽は、住民に多用途に利用されていたが、経済発展によりそれらの利用は減少した。以上のように、地質や気候などの地域特性が類似する地域では、Eco-DRRを活用した防災対策の展開が可能と考える。

本研究は、令和6年度砂防・地すべり技術センターの研究開発助成(代表：鄒青穎)を受けたものである。

参考文献

JICA(2017):生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)の実践, 21; DWIDP (2009): Collection of Disaster Review Regarding to the Project Period of DPTC/DMSF 1992-2007; 檜垣大助(2013): 持続可能な発展を支える砂防分野での国際協力, 砂防と治水 46-5, 2; 環境省(2016): 自然と人がよりそって災害に対応するという考え方, 18; 日本・ネパール治水砂防技術協力のあゆみ編纂委員会(2006): 日本・ネパール治水砂防技術協力のあゆみ, 277; Higaki et al. (2021): Rehabilitation of Gully-Dominant Hill Slopes by Using Low-Cost Measures—A Case Study in Nepal. Z. Arbanas et al eds, Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk, Springer, 6.

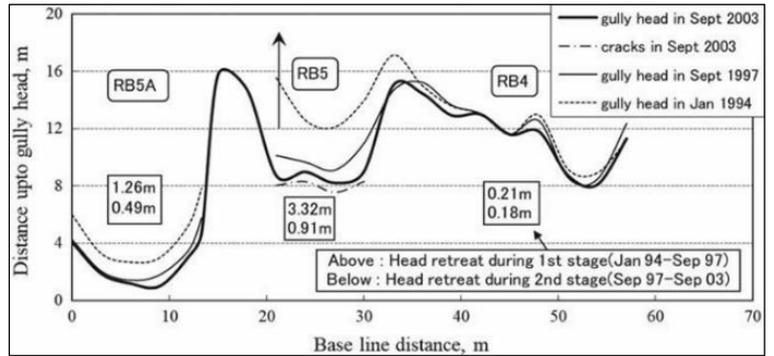


図2 Pipaltar 調査地のガリー後退量比較 (Higaki et al., 2021)

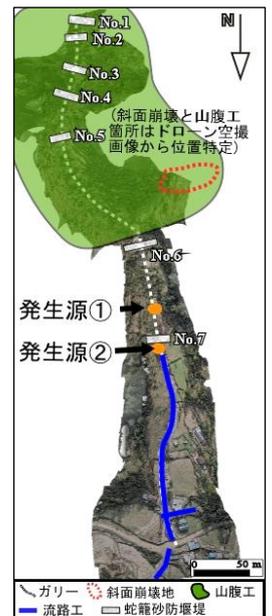


図3 Nallu Khola Gully No. 8 全体図